

## Article de synthèse

Christopher Brock, Uwe Geier, Ramona Greiner, Michael Olbrich-Majer, Jürgen Fritz\*

# Recherche en agriculture et alimentation biodynamique – une synthèse

<https://doi.org/10.1515/opag-2019-0064>

reçu le 29 septembre 2019; accepté le 15 octobre 2019

**Résumé :** La recherche sur l'alimentation et l'agriculture biodynamiques a une longue histoire au sein du mouvement biodynamique. Alors que l'objectif fondamental de cette recherche a toujours été de fournir des connaissances permettant de poursuivre le développement de cette approche agricole, l'intérêt s'est récemment accru pour le partage des travaux et des résultats de recherche avec la communauté scientifique mondiale. Après une introduction à l'agriculture biodynamique, cette étude donne un aperçu des publications évaluées par des pairs sur des questions relatives à l'alimentation et à l'agriculture biodynamiques publiées entre 2006 et 2017. La période précédant cette date est couverte par les publications de Leiber et al. (2006) et Turinek et al. (2009).

Au total, 86 articles ont été inclus dans cette analyse. Les sujets les plus reconnus sont la qualité et la santé des sols dans l'agriculture biodynamique par rapport à l'agriculture conventionnelle et biologique, les effets des préparations biodynamiques, la qualité des aliments et la viticulture. Les études fournissent des preuves substantielles des effets positifs de la gestion biodynamique sur les agroécosystèmes et la qualité des aliments :

- 1) La conduite biodynamique crée des effets systémiques sur les sols, où l'application de compost joue un rôle crucial.
- 2) Les préparations biodynamiques ont des effets sur la composition chimique et la qualité des aliments.

**\*Corresponding author: Jürgen Fritz**, Institute of Crop Science and Resource Conservation, Department of Agroecology and Organic Farming, University of Bonn, Auf dem Hügel 6, D-53121 Bonn, Germany  
**Jürgen Fritz**, Department of Organic Farming and Cropping Systems, University of Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, D-37213 Witzenhausen, Germany, E-mail: j.fritz@uni-bonn.de

**Christopher Brock, Uwe Geier, Ramona Greiner**, Forschungsring e.V., Brandschneise 5, 64295 Darmstadt, Germany

**Ramona Greiner**, FiBL Projekte GmbH, Weinstraße Süd 51, 67098 Bad Dürkheim, Germany

**Michael Olbrich-Majer**, Demeter e.V., Brandschneise 1, 64295 Darmstadt, Germany

3) La production biodynamique peut améliorer la valeur des aliments en ce qui concerne les propriétés nutritives, le goût, la santé et le bien-être de l'homme.

4) La culture biodynamique améliore la qualité des raisins et les caractéristiques des plantes par rapport à la culture non biodynamique.

Jusqu'à présent, les effets de la production biodynamique ont généralement été étudiés à l'aide de méthodes d'analyse classiques dans les sciences naturelles et les sciences de la vie, par le biais de modèles d'étude sectoriels et réductionnistes. L'application de modèles de recherche ou de méthodes spécifiques permettant une analyse plus holistique est rarement mise en œuvre. C'est pourquoi nous considérons le développement de méthodes et de programmes de recherche appropriés pour un examen holistique comme un défi majeur de la recherche future dans le domaine de l'alimentation et de l'agriculture biodynamiques.

**Mots clés :** Biodynamie, organisme agricole, préparations biodynamiques, qualité alimentaire, méthodes de recherche.

**Traduction** de l'anglais avec l'aide de DeepL.com par M. Quantin, Association Biodynamie Recherche.

## 1 Introduction

D'un point de vue historique, l'agriculture biodynamique (ABD) a été la première méthode systématique d'agriculture biologique qui se présentait comme une alternative à l'agriculture industrielle à haut niveau d'intrants qui a vu le jour au début du XXe siècle en Europe. L'approche biodynamique est basée sur un cycle de huit conférences pour les agriculteurs ("Fondements spirituels de la méthode biodynamique") donné par Rudolf Steiner en 1924 à Koberwitz près de Wrocław (anciennement Breslau) (Steiner 1925, cf. Paull 2011). Le concept de l'agriculture biodynamique a été développé dans le cadre de l'anthroposophie (Paull 2011a, 2011b).

Aujourd'hui, l'agriculture biodynamique est pratiquée par plus de 5.500 agriculteurs dans le monde (Demeter International, 2019), et cette méthode de culture jouit d'une très bonne réputation auprès des consommateurs de produits biologiques. La recherche pour valider et développer les méthodes biodynamiques a toujours été une préoccupation importante de la communauté. Cependant, l'anthroposophie, en tant que système philosophique, adopte un point de vue sur les systèmes naturels qui s'écarte en partie des hypothèses des sciences naturelles. Les méthodes biodynamiques ne sont donc pas encore totalement compréhensibles avec les sciences naturelles classiques. Dans ce contexte, les chercheurs en alimentation et agriculture biodynamiques ont toujours été intéressés par le développement de nouvelles approches analytiques en plus des méthodes classiques des sciences naturelles, afin de soutenir une exploration plus holistique des systèmes et méthodes biodynamiques. La cristallisation sensible est un exemple de nouvelle méthode analytique qui a déjà acquis une réputation dans la littérature scientifique (par exemple, Fritz *et al.* 2011). Cependant, les systèmes et techniques biodynamiques sont habituellement étudiés avec les méthodes classiques des sciences naturelles jusqu'à aujourd'hui, et il existe de nombreuses preuves dans la littérature scientifique pour confirmer leur effet, comme le montrent les articles de Leiber *et al.* (2006) et Turinek *et al.* (2009).

L'objectif de ce document est de donner un aperçu des recherches actuelles sur l'alimentation et l'agriculture biodynamiques, et d'aborder les défis et les perspectives dans ce domaine. Pour ce faire, nous nous basons sur un aperçu des articles publiés dans des revues scientifiques à comité de lecture, en nous concentrant sur la période de 2006 à 2017, dans la continuité des travaux de Leiber *et al.* (2006) et de Turinek *et al.* (2009).

## 2 Caractéristiques des systèmes agricoles biodynamique

### 2.1 L'exploitation agricole en tant qu'organisme individuel

Dans l'agriculture biodynamique, une ferme est considérée comme un organisme ayant une individualité propre. Steiner (1925) a utilisé l'homme comme modèle pour la compréhension de cet organisme agricole. Selon ce concept, différents éléments du système agricole - tels que les champs, les pâturages, les zones sauvages, le sol, les animaux, les plantes et les humains - remplissent les mêmes fonctions que les organes du corps humain, qui

sont tous vitaux pour la ferme dans son ensemble. La gestion d'une ferme biodynamique devrait maintenir ou améliorer la santé de cet organisme en soutenant la fonctionnalité de tous ces organes, ainsi que les relations entre eux et l'environnement. Comme le soulignent Bloksma et Struik (2007), un organisme agricole sain dans la perspective biodynamique est non seulement un agroécosystème physiquement "sain", résilient et durable, adapté aux conditions locales, mais il comporte également une dimension socioculturelle et mentale/spirituelle, car l'agriculture est en soi une interaction entre l'homme et l'environnement naturel, et elle est ancrée dans un environnement culturel.

### 2.2 Les animaux dans la ferme

L'élevage d'animaux est une exigence importante dans l'agriculture biodynamique, car on part du principe que les animaux et les vaches en particulier fournissent un fumier d'une qualité qui ne peut être atteinte avec du fumier d'origine végétale uniquement. Dans plusieurs pays, l'association Demeter recommande la détention de ruminants sur les fermes. En outre, les vaches ne doivent pas être écornées, et les races sans cornes sont également proscrites. La raison en est que la corne est considérée comme un trait fondamental des bovins qui ne devrait pas être supprimé pour des raisons de gestion. En fait, la corne a des fonctions importantes dans l'organisme de la vache (Knierim *et al.* 2015), et l'écornage ou l'absence de cornes modifie considérablement la physiologie de la vache.

### 2.3 Gestion des terres pour les sols vivants

La gestion des sols dans l'agriculture biodynamique vise à obtenir un sol sain en tant qu'organe central de l'organisme agricole. Selon Lehmann *et al.* (2015), un sol sain peut être défini comme un sol résilient qui fournit des services écosystémiques liés au sol à un niveau élevé. En principe, le concept de santé des sols dans l'agriculture biodynamique ne diffère pas de cette définition, mais il accorde plus de poids à la capacité du sol à réguler ou à transformer les impacts énergétiques, tels que les forces cosmiques ("forces cosmiques" désigne ici les effets de la lune, du soleil et des planètes, ainsi que les cycles lunaires ou zodiacaux sur les processus vitaux), ou les préparations biodynamiques.

### 2.4 Les préparations

Les préparations biodynamiques sont souvent considérées

comme l'élément central de l'agriculture biodynamique. Elles permettent de donner au sol une impulsion comparable à celle de la pratique homéopathique. Il existe neuf préparations spécifiques composées de matières végétales, de fumier ou de silice, placées dans des enveloppes d'organes d'animaux. La production de ces préparations peut être considérée comme similaire à la production de remèdes domestiques utilisant des ingrédients locaux. Bien que les préparations ne soient pas facilement compréhensibles d'un point de vue scientifique, il existe de nombreuses preuves de l'efficacité des préparations dans la littérature scientifique contemporaine, comme nous le verrons plus loin dans cette étude.

## 2.5 La sélection

L'élevage de plantes et d'animaux robustes pour une qualité de production élevée a toujours été une préoccupation importante dans l'agriculture biodynamique. L'abandon des techniques de manipulation telles que la sélection d'hybrides, la prise en compte des mesures de culture biodynamique et l'orientation vers la maturité, la vitalité et le goût sont des caractéristiques essentielles de la sélection biodynamique des plantes.

## 2.6 Alimentation pour la santé et le bien-être

L'agriculture biodynamique doit produire des denrées alimentaires et des aliments pour bétail de haute qualité. L'objectif de l'agriculture biodynamique est de produire des aliments qui nourrissent non seulement le corps, mais aussi l'âme et l'esprit, et de promouvoir ainsi le développement humain (Demeter International 2016). L'alimentation de l'âme et de l'esprit est une revendication qui n'est jusqu'à présent que peu documentée en raison du manque de méthodes et de recherches. Cependant, les résultats sur le choix des consommateurs (par exemple, Goetzke et al. (2014) et le bien-être émotionnel lié à l'alimentation (Geier et al. 2016), peuvent être considérés comme des indices sur les propriétés des aliments au-delà des effets nutritionnels.

## 3 Méthodes de recherche en agriculture biodynamique

La recherche sur l'agriculture biodynamique a une longue histoire. Le "Cercle d'expérimentation agricole" (Landwirtschaftlicher Versuchsring) a été fondé dans les

pays germanophones juste après les conférences de Steiner à Koberwitz en 1924, afin d'examiner les hypothèses et les recommandations par le biais d'expérimentations sur les fermes. Comme la vision biodynamique de l'agriculture appelle explicitement à une perspective holistique, les approches réductionnistes communément utilisées pour évaluer les effets de la conduite des exploitations agricoles ont été jugées insuffisantes par la communauté des chercheurs en biodynamie. Cependant, la recherche dans un cadre systémique, qu'il s'agisse de systèmes de connaissances écologiques traditionnels ou académiques, considère tant les aspects holistiques que réductionnistes comme importants (Ludwig et Polisei 2018). Selon les auteurs, aucun des deux systèmes de connaissances ne peut comprendre pleinement un objet du monde naturel en s'appuyant sur une seule des deux approches méthodologiques. Cependant, les méthodes traditionnelles mettent généralement l'accent sur une perspective holistique, ce qui est inévitable dans la pratique agricole pour résoudre un problème. La recherche universitaire, en revanche, vise essentiellement à produire de nouvelles connaissances à différentes échelles et doit souvent se concentrer sur une évaluation réductionniste pour atténuer la complexité.

Même si la théorie de l'agriculture biodynamique a été inventée il y a environ cent ans, elle partage de nombreuses caractéristiques avec les systèmes de connaissances traditionnels, et l'argumentation de Ludwig et Polisei (2018) est donc utile pour comprendre le système de connaissances biodynamiques.

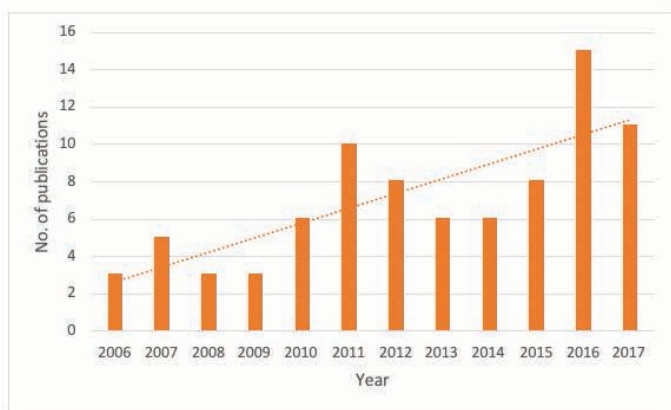
Une approche de l'analyse globale du sol, des plantes et des aliments consiste à utiliser des méthodes morphogénétiques. Avec ces méthodes, un extrait d'échantillon est mis sur un papier filtre (chromatographie circulaire, voir Kokornaczyk et al. 2017) ou sur une boîte de pétri avec du chlorure de cuivre  $CuCl_2$  (Cristallisation sensible, voir Huber et al. 2010), où des motifs caractéristiques apparaissent. La méthode de cristallisation sensible a été appliquée avec succès pour différencier des échantillons d'origine différente lors d'expériences répétées (Kahl et al. 2009 ; Busscher et al. 2010). Récemment, il a été démontré que ces profils de cristallisation peuvent être liés à l'âge physiologique des échantillons de plantes (Doesburg et al. 2015 ; Fritz et al. 2018). En principe, la cristallisation sensible présente quelques similitudes avec la chromatographie en phase gazeuse. L'analyse se déroule à un niveau d'intégration élevé. Les effets détectables à ce niveau peuvent ne pas être accessibles avec une approche réductionniste, même si des corrélations entre le modèle de cristallisation sensible et des caractéristiques biochimiques uniques devraient exister, si le composé ou le processus biochimique actif qui a un impact sur la formation du motif a été entièrement identifié. Une étude qui montre des liens entre le motif de chromatographie circulaire et certains

paramètres chimiques du sol a été présentée par Kokornaczyk *et al.* (2017). Toutefois, contrairement à la chromatographie en phase gazeuse et à d'autres approches comparables, on suppose que les profils de cristallisation n'expriment pas seulement la composition chimique d'un échantillon. Au contraire, ils donnent une image complexe de l'état physiologique d'un objet qui inclut un lien avec la vitalité et la santé au-delà des caractéristiques chimiques.

Une autre approche holistique est le "test alimentaire empathique" selon Geier *et al.* (2016), qui est une méthode d'évaluation des émotions induites par la nourriture. Le protocole de la méthode s'appuie sur les tests alimentaires sensoriels, mais se rapporte aux émotions plutôt qu'au goût. Ce faisant, la méthode établit un lien entre la qualité des aliments et le bien-être humain.

## 4 Méthodes

Une recherche documentaire complète a été menée sur la base du moteur de recherche en ligne Google Scholar (<http://scholar.google.com>). Le mot-clé principal de la recherche était "biodynamique". La recherche s'est concentrée sur les publications évaluées par des pairs de 2006 à 2017. Cette période a été choisie parce qu'elle fait suite à l'article de synthèse " L'agriculture biodynamique aujourd'hui " de Leiber *et al.* (2006) et chevauche légèrement l'article de synthèse de Turinek *et al.* (2009). Nous avons inclus 86 articles dans cette étude. D'après la figure 1, il y a une nette tendance à l'augmentation de l'activité de publication au cours de la période d'enquête.



**Figure 1 :** Évolution temporelle du nombre de publications (peer-review) sur l'alimentation et l'agriculture biodynamiques dans la littérature scientifique entre 2006 et 2017.

La majorité des articles (67 articles) se rapportent à des études réalisées en Europe. En outre, 4 articles proviennent de la région Australie/Nouvelle-Zélande, 4 articles d'Amérique du Nord et 4 d'Amérique du Sud, tandis que 7 articles proviennent d'Asie du Sud-Est. Nous

n'avons pas trouvé d'articles provenant d'Afrique pendant la période de l'enquête.

Les publications ont pu être regroupées en six thèmes (Figure 2) : 21 articles concernent les aspects de la qualité et de la santé des sols, 15 articles traitent des effets des préparations biodynamiques, 20 articles portent sur la qualité des aliments, 18 articles classiques et un article de synthèse traitent de la viticulture et de l'œnologie, et 5 articles traitent respectivement de la durabilité des systèmes agricoles biodynamiques, du développement du secteur et des questions relatives à la production végétale biodynamique. Le nombre total de citations (90) est légèrement supérieur au nombre de références (86), car des références uniques peuvent apparaître dans plus d'un groupe thématique.



**Figure 2 :** Distribution thématique des publications peer-review dans le domaine de l'alimentation et de l'agriculture biodynamiques. Note : les articles apparaissent dans tous les groupes thématiques qu'ils abordent.

La perspective thématique des documents ne couvre donc pas toutes les caractéristiques de l'agriculture biodynamique introduites ci-dessus. Cette question sera abordée ultérieurement.

## 5 Résultats

### 5.1 État des connaissances

Avant cette publication, deux autres études générales sur la recherche en agriculture biodynamique ont été publiées (Turinek *et al.* 2009 ; Leiber *et al.* 2006), ainsi qu'une étude sur la viticulture biodynamique (Castellini *et al.* 2017), et une autre sur les effets des préparations biodynamiques (Chalker-Scott 2013).



Leiber et al. (2006) se concentrent sur une description générale de l'agriculture biodynamique et ses éléments caractéristiques. En outre, ils donnent un aperçu des principales questions qui se posent aux chercheurs et aux agriculteurs biodynamiques. Cette étude montre que les premières recherches se concentrent principalement sur le mode d'action des préparations biodynamiques, l'impact de l'approche biodynamique sur le sol et l'influence des rythmes cosmiques sur le développement des plantes. Turinek et ses collaborateurs (2009) résument les résultats de différents essais à long terme. Ces études portent sur l'influence de l'approche biodynamique sur les propriétés chimiques, physiques et biologiques du sol. En outre, la synthèse montre que les chercheurs analysent l'influence de l'agriculture biodynamique sur la biodiversité et les facteurs environnementaux. Un aperçu des études de cas concernant les questions de biodynamie est également donné. La cristallisation sensible est présentée comme une méthode prometteuse pour l'évaluation de la qualité dans l'agriculture biodynamique.

## 5.2 Qualité et santé des sols

Bien que les sols et leur gestion fassent l'objet d'une grande attention dans la pratique de l'agriculture biodynamique, ainsi que dans la recherche sur les systèmes agricoles, il n'existe que peu d'études sur les questions liées aux sols dans l'agriculture biodynamique dans la littérature scientifique (cf. également Turinek et al. 2009 ; Ponzio et al. 2013). Ces études se concentrent sur les effets de la biodynamie sur la matière organique du sol, la vie du sol et/ou la disponibilité des nutriments, en appliquant les méthodes analytiques classiques de la pédologie. La plupart des articles inclus dans cette étude portent sur trois essais de longue durée sur le terrain : l'essai DOC à Therwil/Suisse, en cours depuis 1977, l'essai à Darmstadt/Allemagne, mené de 1980 à 2009, et l'essai à Frick/Suisse, commencé en 2002 et toujours en cours. Le but de l'essai DOC est de comparer les systèmes agricoles en matière de fertilisation et de protection des cultures sur la base d'une rotation régulière des cultures (cf. description dans Fließbach et al. 2007). L'essai de Darmstadt a comparé la conduite biodynamique à la conduite biologique (où la différence consistait en l'application de préparations biodynamiques dans la modalité biodynamique) et à un traitement non biologique sans application de fumure organique, mais avec application d'engrais N synthétique (Raupp et Oltmanns 2006). L'expérience de Frick est une expérience trifactorielle, où l'effet de la conduite biodynamique (c'est-à-dire l'application des préparations) est comparé sur la base de différents niveaux de

fertilisation et d'intensité de travail du sol (Berner et al. 2008).

Seules deux études non basées sur les essais de longue durée sont incluses ici : une enquête sur des exploitations jumelées en Australie (Burkitt et al. 2007), et une enquête sur des vignobles gérés différemment par Burns et al. (2016).

La matière organique du sol (MOS) est reconnue comme un facteur clé de la fertilité du sol ainsi que d'un grand nombre de fonctions du sol (voir Fageria 2012). Des niveaux de MOS plus élevés en biodynamie par rapport à tous les traitements non-biodynamiques ont été observés dans le cadre de l'essai DOC (Fließbach et al. 2007). À Darmstadt, les niveaux de MOS en biodynamie étaient également plus élevés que dans les autres modalités, selon Heitkamp et al. (2011), mais les auteurs soupçonnent que la différence par rapport au traitement non biodynamique (biologique) qui a reçu la même quantité de fertilisation (sans préparations biodynamiques) est le résultat de la méthodologie employée. Aucune différence dans les niveaux de MOS entre la conduite biodynamique et non biodynamique n'a été observée dans l'expérience de Frick (Gadermaier et al. 2012), ni dans l'étude des sols des pâturages par Burkitt et al. (2007).

Dans l'expérience DOC, la gestion biodynamique a en outre conduit à une proportion plus élevée de fractions de matière organique plus stables (Birkhofer et al. 2007), une activité biologique plus élevée (Birkhofer et al. 2007 ; Fließbach et al. 2007), un changement dans les populations bactériennes (Heger et al. 2012), et une meilleure utilisation du carbone par la biomasse microbienne (Fließbach et al. 2007) par rapport aux traitements non-biodynamiques. Des changements dans les populations bactériennes (Faust et al. 2017 ; Joergensen et al. 2009) et une utilisation plus efficace du carbone organique du sol par les microbes (Sradnick et al. 2018) ont également été signalés lors de l'expérience de Darmstadt. À Frick, la gestion biodynamique a également eu un impact sur la communauté microbienne du sol (Gadermaier et al. 2012 ; Hartmann et al. 2015). Dans leur étude des sols du vignoble, Burns et al. (2016) ont constaté que la diversité microbienne et les structures des communautés n'étaient pas affectées par le système de gestion en soi (biodynamique vs. biologique vs. conventionnel), mais par des éléments de gestion spécifiques, et en particulier par les couverts végétaux.

## 5.3 Préparations biodynamiques

Les préparations biodynamiques sont un élément important de l'approche biodynamique et une caractéristique clé qui différencie l'approche biodynamique de l'approche biologique. Sharma et al. (2012) ont constaté que la

quantité de graines de cumin (*Cuminum cyminum*) augmentait significativement de plus de 30% par l'application de bouse de corne et de silice de corne pour deux variantes de fertilisation. Dans un essai au Vietnam, le rendement de deux variétés différentes de soja (*Glycine max*) a augmenté de 30 % grâce à l'application de préparations biodynamiques par rapport au contrôle sans préparations (Tung et Fernandez 2007). Ni le témoin ni la variante traitée n'ont été fertilisés. Le rendement de deux variétés de riz (*Oryza sativa*) a également augmenté de 15 % et 20 % grâce à l'application de préparations biodynamiques sans fertilisation (Valdez et Fernandez 2008). Valdez et Fernandez (2008) ont montré dans la même étude que la longueur des racines, le poids des racines, le poids des jeunes pousses ainsi que le phosphore disponible ont augmenté (+ 20%) après la récolte grâce à l'application des préparations biodynamiques par rapport aux plantes non traitées. L'application de silice de corne a augmenté de 27 % le rendement du haricot mungo (*Vigna mungo*) cultivé dans des conditions biologiques sans fertilisation par rapport au traitement sans silice de corne (Trivedi et al. 2013). L'activité nette de photosynthèse des trois variétés de potiron (*Cucurbita pepo*) et de deux variétés de pomme de terre sur trois (*Solanum tuberosum*) a été considérablement augmentée grâce au traitement de bouse de corne et de silice de corne (Juknevičienė 2015, Vaitkevičienė 2016). La qualité des semences de haricots nains (*Phaseolus vulgaris*) a été améliorée lors des tests de germination par application de silice de corne sur les plantes mères (Fritz et al. 2005).

Aucune différence significative de rendement n'a été constatée pour la salade (*Lactuca sativa*) après l'application de compost et de préparations pulvérisées dans trois variantes de fertilisation (Bacchus 2010). De même, Jayasree et George (2006) n'ont trouvé aucun effet significatif sur le développement des plants de piment (*Capsicum annuum*) suite à l'application des préparations biodynamiques.

L'activité de la déshydrogénase dans le compost a augmenté de manière significative par l'application des préparations du compost (Reeve et al. 2010). Le pouvoir germinatif du rumex à feuilles obtuses (*Rumex obtusifolius*) présente un pouvoir germinatif de 18 % nettement inférieur dans le compost traité avec des préparations biodynamiques par rapport au compost non traité où un pouvoir germinatif de 28 % a été observé (Zaller 2007). Une quantité importante de substances bioactives et de stimulateurs de croissance a été détectée dans la silice de corne par Giannattasio et al. (2013) et Spaccini et al. (2012). Les cultures bactériennes qui ont été identifiées dans la silice de corne étaient des producteurs d'auxine qui ont un effet stimulateur de croissance important sur le maïs (*Zea mais*) (Radha et

Rao 2014). Jayachandran et al. (2016) ont analysé la charge microbienne de la préparation biodynamique de silice de corne (501) et son activité contre des pathogènes choisis du riz (*Oryza sativa*). *Bacillus* spp., *Bacillus amyloliquefaciens* et *Bacillus toyonensis* ont été identifiés comme les principales souches bactériennes. Un fort effet antifongique a été détecté pour *Bacillus amyloliquefaciens* contre *R. solani* (Jayachandran et al. 2016). Dans la culture du potiron (*Cucurbita pepo*) et de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*), l'activité de l'azote, du potassium, du phosphore, de l'uréase et du saccharose dans le sol a augmenté de manière significative au cours de trois années d'essai de traitement de bouse de corne (Juknevičienė 2015 dans Juknevičienė et al. 2019 ; Vaitkevičienė 2016 dans Vaitkevičienė et al. 2019). L'influence des préparations biodynamiques sur la qualité des aliments est décrite dans la section suivante.

## 5.4 Qualité des aliments

Heimler et al. (2011) ont comparé différents systèmes de production (conventionnel, biologique et biodynamique) et ont constaté que la teneur la plus élevée en polyphénols se trouvait dans la laitue Batavia (*Lactuca sativa* var. *capitata*) cultivée dans des conditions biodynamiques. Les polyphénols sont des composés secondaires recherchés dans les aliments qui améliorent la valeur nutritionnelle des produits. La betterave rouge biodynamique (*Beta vulgaris*) présentait également une teneur totale en phénols plus élevée, suivie par les betteraves rouges cultivées en bio, et la plus faible quantité a été observée dans les betteraves rouges conventionnelles (Bavec et al. 2010). À l'inverse, la teneur totale en phénols la plus élevée a été constatée pour les mangues biologiques (*Mangifera indica*) et non pour les mangues biodynamiques ou conventionnelles (Maciel et al. 2011). La concentration en composés phénoliques totaux et l'activité antioxydante (DPPH) ont augmenté de manière significative chez les pommes de terre (*Solanum tuberosum*) du cultivar Red Emmalie et Blue Congo après l'application de la préparation biodynamique de silice de corne (Jarién et al. 2017). La teneur totale en anthocyanines et en phénols a augmenté chez les pommes de terre à chair colorée (*Solanum tuberosum*) grâce à l'application combinée de bouse de corne et de silice de corne (Jarién et al. 2015). Aucune différence dans le contenu polyphénolique des différents systèmes de production n'a été constatée pour la chicorée (*Cichorium intybus*) (Heimler et al. 2009). Les différences de qualité nutritionnelle et de teneur en acide phénolique des tomates (*Solanum lycopersicum*) étaient plutôt dues à l'année de production qu'au système de culture (conventionnel, biologique et biodynamique) (D'Evoli et al. 2016). Masi et al. (2017) ont pu différencier la teneur en polyphénols des

pommes biodynamiques et conventionnelles (*Malus domestica* var. Golden Delicious) mais il n'a pas été possible de différencier les échantillons en ce qui concerne les composés volatils. Trois variétés de citrouilles (*Cucurbita pepo*) avaient des teneurs en antioxydants nettement plus élevées en lycopène, lutéine et zéaxanthine avec un traitement à la bouse de corne et la silice de corne sur trois ans d'expériences (Juknevičienė 2015).

Heimler et al. (2009, 2011) ont montré que la chicorée biodynamique (*Cichorium intybus*) et la laitue Batavia (*Lactuca sativa* var. capitata) ont une activité antioxydante plus élevée que les mêmes variétés issues de systèmes agricoles conventionnels et biologiques. La betterave rouge biodynamique (*Beta vulgaris*, Bavec et al. 2010), les fraises biodynamiques (*Fragaria spec.*, D'Evoli et al. 2010) ainsi que les mangues vertes et mûres cultivées en biodynamie (*Mangifera indica*, Maciel et al. 2011) avaient toutes une activité antioxydante significativement plus élevée que ces mêmes produits issus de systèmes agricoles conventionnels et biologiques.

Le chou biodynamique (*Brassica oleracea*) contenait plus d'acide ascorbique que le chou biologique ou conventionnel (Bavec et al. 2012). Le même phénomène a été constaté pour les fraises (*Fragaria spec.*, D'Evoli et al. 2010). Les betteraves rouges (*Beta vulgaris*) issues d'un système de production biodynamique présentaient une teneur en sucre plus élevée que les betteraves rouges issues d'un système de production biologique, intégré ou conventionnel (Bavec et al. 2010). En outre, Vaitkevičienė et al. (2016) ont constaté que la teneur en amidon des pommes de terre à chair colorée (*Solanum tuberosum*) augmentait de manière significative grâce à l'application combinée de bouse de corne et de silice de corne.

Aucune différence liée au système de la production n'a été observée par Langenkämper et al. (2006) qui ont analysé la valeur nutritionnelle du blé (*Triticum aestivum*). Rangel et al. (2011) ont étudié la composition nutritionnelle du jus de citron vert (*Citrus latifolia*) et n'ont également détecté aucune différence liée au système de production. Cependant, Lucarini et al. (2012) ont analysé la teneur en nitrates de la laitue biologique et biodynamique (*Lactuca sativa*) et de la chicorée rouge (*Cichorium intybus*) et ont conclu que la variante biodynamique présentait la plus faible teneur en nitrates.

## 5.5 Œnologie et viticulture

La recherche dans le domaine de l'œnologie et de la viticulture biodynamique a pris de l'importance ces dernières années. Une synthèse de la littérature réalisée

par Castellini et al. (2017) décrit le secteur viticole biodynamique. Elle présente la définition et la réglementation de la production de vin biodynamique ainsi que le marché mondial du vin biodynamique. Une expérience de terrain à long terme à Geisenheim, en Allemagne, compare la gestion intégrée, biologique et biodynamique des vignobles ainsi que la vinification. La production biodynamique s'est traduite par un rendement plus faible, une croissance moins vigoureuse, un poids de taille plus faible, un poids de grappe de raisin plus faible, des grappes moins compactes et une présence d'acide acétique plus faible par rapport à la production intégrée (Döring et al. 2015 ; Meissner 2015 dans un article de Meissner et al. 2019). La conduite biologique se situait entre les méthodes biodynamiques et conventionnelles pour la plupart des paramètres. Par conséquent, les trois méthodes de culture ont pu être clairement différenciées par une analyse en composantes principales (Meissner et al. 2019). La culture biodynamique et la culture biologique ne différaient que par l'application des préparations. Döring et al. (2015) ont également trouvé moins de *Botrytis* dans la production biodynamique. Aucune différence significative des communautés bactériennes et fongiques dans les différentes parcelles de l'expérience à long terme n'a été détectée, à l'exception d'une plus grande abondance de *Pseudomonas* spp. et *Alternaria alternata* dans les raisins biodynamiques par rapport aux raisins conventionnels (Kecskeméti et al. 2016). Meissner (2015 dans Meissner et al. 2019) a détecté plus de vers de terre dans les parcelles qui ont été cultivées en biodynamie par rapport aux parcelles cultivées en bio et en conventionnel.

La qualité du jus de raisin et du vin de l'essai de Geisenheim a été examinée à l'aide des méthodes morphogénétiques. Dès la première année de conversion, une différenciation entre le jus de raisin provenant des systèmes de production intégrés, biologiques et biodynamiques était déjà visible (Fritz et al. 2017). Le classement des échantillons de jus de raisin (2006-2010) à l'aide des méthodes morphogénétiques a été significatif pour toutes les années (Meissner 2015 dans Fritz et al. 2019, 2017). Les échantillons provenant du traitement biodynamique ont montré un meilleur état physiologique que ceux provenant du traitement biologique, comme indiqué par la séquence de vieillissement. Les échantillons provenant du traitement intégré ont montré l'âge le plus élevé et la dégénérescence correspondante. Botelho et al. (2016) n'ont trouvé aucune différence entre la conduite biologique et la conduite biodynamique lorsqu'ils ont examiné le rendement du raisin et les indices de maladie, mais les composés de défense naturelle des raisins biodynamiques semblaient être stimulés. Guzzon et al. (2016) concluent que les systèmes de production biodynamiques ont eu un effet positif sur le développement du microbiote dans les années où les conditions

climatiques étaient difficiles par rapport à la production conventionnelle. Les profils fongiques dans le vignoble ont été influencés de manière significative par les systèmes de production, à savoir conventionnels et biodynamiques, dans le vignoble. Cependant, aucune différence n'a été constatée dans les profils fongiques des raisins récoltés (Morrison-Whittle *et al.* 2017). Le microbiote des levures du vin rouge Sangiovese biologique et biodynamique variait indépendamment du système de production (Patrignani *et al.* 2016).

Kokornaczyk *et al.* (2014) ont pu différencier le vin biologique du vin biodynamique en utilisant la méthode d'évaporation des gouttelettes et en tenant compte des facteurs de forme. Dans cette méthode, les structures des gouttes séchées, issues de la substance végétale, sont examinées. Plusieurs études portent sur les substances chimiques présentes dans le vin. Certaines n'ont trouvé aucune différence de composition chimique entre le vin biologique et le vin conventionnel (Tassoni *et al.* 2013 ; Plahuta et Raspor 2007), tandis que d'autres ont pu différencier le vin des systèmes de production biologique et conventionnel (Yañez *et al.* 2012, Granato *et al.* 2015). Certaines recherches ont réussi à distinguer le vin biologique du vin biodynamique en ce qui concerne leurs substances chimiques (Parpinello *et al.* 2015 ; Laghi *et al.* 2014 ; Picone *et al.* 2016). La méthode de 1H NMR (une spectroscopie de résonance magnétique nucléaire) semble être une méthode efficace pour différencier le vin de différents systèmes de production (Laghi *et al.* 2014 ; Picone *et al.* 2016).

Ross *et al.* (2009) ont été en mesure de différencier les vins biologiques et biodynamiques par l'évaluation sensorielle. Meissner (2015) a été en partie capable de différencier par l'analyse sensorielle, tandis que Parpinello *et al.* (2015) n'ont trouvé aucune différence sensorielle entre le vin biologique et le vin biodynamique.

## 5.6 Durabilité

Cinq études de notre base de données sont liées à la durabilité des systèmes en agriculture biodynamique. Turinek *et al.* (2010) et Bavec *et al.* (2010) ont analysé l'empreinte écologique de différents systèmes de production dans un essai sur le terrain en Slovaquie. Les systèmes biodynamiques et biologiques ont montré sur trois ans qu'ils présentaient des avantages par rapport aux systèmes conventionnels en termes de performance environnementale et d'efficacité écologique en termes d'utilisation de l'énergie et d'impact climatique. En République Tchèque, une meilleure efficacité des ressources dans les fermes biodynamiques et biologiques a été démontrée par rapport aux fermes conventionnelles.

Une efficacité supérieure a été constatée pour les fermes biologiques (Pechrová et Vlašicová 2013). En Italie, selon l'analyse du cycle de vie et l'analyse énergétique dans les vergers d'abricots intégrés et biodynamiques, la production biodynamique a eu un impact environnemental plus faible et une demande énergétique plus faible (Pergola *et al.* 2016). Villanueva-Rey *et al.* (2014) ont examiné l'influence des systèmes de production de la viticulture sur l'environnement. Cette analyse du cycle de vie en Espagne a indiqué un impact environnemental plus faible pour la production biodynamique par rapport à la viticulture conventionnelle.

## 5.7 Développement de l'agriculture biodynamique

Au total, quatre articles sur le développement de l'agriculture biodynamique ont été publiés par Paull (2011a, 2011b, 2011c, 2014). Ces documents constituent d'excellentes références sur les concepts et le développement de ce système agricole.

La motivation des agriculteurs à se convertir à l'agriculture biodynamique a été étudiée par Pechrová (2014).

## 5.8 Production végétale en biodynamie

Cinq articles de notre base de données traitent des questions relatives à la production végétale en biodynamie. Trois études ont comparé les rendements et la qualité des plantes dans des systèmes de culture biodynamiques et non-biodynamiques. Les résultats sont assez hétérogènes : alors que Nabie *et al.* (2017) ont signalé une augmentation significative des rendements et des caractéristiques nutritionnelles en biodynamie par rapport aux légumes cultivés en bio et en conventionnel dans une étude réalisée en Inde, Jakop *et al.* (2017) ont constaté que les rendements en huile de pépins de courge (*Cucurbita pepo*) en biodynamie pouvaient simplement concurrencer ceux de la production conventionnelle. Maneva *et al.* (2017) ont comparé la santé des plantes et les rendements de kamut (*Triticum turgidum polonicum*) cultivé de manière biologique par rapport à celui cultivé de manière biodynamique et ont observé des rendements significativement plus élevés dans le traitement biodynamique, même si aucune différence dans les paramètres phytosanitaires n'a été observée.

Deux articles traitent des techniques de gestion dans l'agriculture biodynamique. Dudaš *et al.* (2016) ont analysé le basilic (*Ocimum basilicum*) qui a été semé selon le calendrier de plantation biodynamique. Peu d'effet sur la



croissance et les paramètres de qualité causés par la date de semis a été trouvé par rapport au témoin. Dans l'autre étude, aucun effet sur la production de semences n'a été causé par l'application d'une méthode biodynamique de suppression des mauvaises herbes basée sur des préparations à base de cendres de mauvaises herbes (Kirchoff 2016).

## 6 Discussion

### 6.1 Développement des publications scientifique sur l'alimentation et l'agriculture biodynamique

Les activités de recherche sur l'alimentation et l'agriculture biodynamiques sont depuis longtemps prioritaires au sein du mouvement biodynamique, dans le but de soutenir directement le développement du secteur. Les chercheurs utilisent de préférence des revues scientifiques spécialisées et d'autres médias bien établis au sein du réseau biodynamique. La base de données en ligne Biodynamic-Research.net comprend plus de 600 publications de la période 1924 à 2009, mais moins de cent d'entre elles ont été publiées dans des revues scientifiques à comité de lecture.

Le nombre croissant d'articles dans les revues scientifiques indique un intérêt croissant des chercheurs pour l'alimentation et l'agriculture biodynamique, en vue de présenter leurs résultats à la communauté scientifique. À ce jour, les publications à comité de lecture sur l'alimentation et l'agriculture biodynamiques couvrent les thèmes de la gestion et de la santé des sols, des effets des préparations biodynamiques, de la qualité des aliments, de l'œnologie et de la viticulture. Un petit nombre de publications sont également disponibles sur les thèmes de l'évaluation de la durabilité et du développement des filières. Mais à ce jour, une seule étude a été publiée sur l'"organisme agricole", bien que ce terme soit souvent utilisé comme image pour illustrer l'interconnexion des éléments d'un système agricole, au-delà même de l'agriculture biodynamique. Dans leur étude, Bloksma et Struik (2007) explorent sur une base théorique la pertinence d'utiliser l'humain comme modèle pour la conception de systèmes agricoles. Les auteurs tentent d'appliquer le concept de santé humaine et de diagnostic des sciences physiques/médicales dans l'évaluation des exploitations agricoles, et concluent que l'étude de l'organisme agricole doit prendre en compte les aspects physiques, socioculturels et mentaux.

Et, même si les animaux sont un aspect essentiel de l'approche biodynamique, aucun article ayant fait l'objet

d'une évaluation par des pairs dans ce domaine de recherche n'apparaît dans notre étude. En fait, il existe de nombreuses recherches sur les aspects liés aux animaux qui présentent également un grand intérêt en ce qui concerne l'agriculture biodynamique (par exemple, Ebinghaus et al. 2017 ; Ivemeyer et al. 2011 ; Ivemeyer et al. 2014 ; Probst et al. 2012 ; Spengler Neff ; Ivemeyer 2016). Cependant, nous avons constaté que ces articles ne considèrent généralement pas la biodynamie comme un facteur dans le montage expérimental ou la conception de l'étude, probablement parce que l'élevage biodynamique n'a pas de caractéristiques de gestion spécifiques en comparaison avec la production végétale. En outre, bien que plus de 25 variétés de céréales cultivées en biodynamie soient disponibles aujourd'hui (cf. Meischner et Geier 2013), ainsi que plus de 100 variétés de légumes (cf. Kultursaat 2018), aucun article scientifique n'a été publié à ce jour sur la sélection et les variétés biodynamiques.

### 6.2 Effets de la conduite en biodynamie

En ce qui concerne la santé des sols, huit études sur dix font état d'un effet systémique positif de la conduite biodynamique sur les niveaux de matière organique des sols et les paramètres biologiques. Cet effet est principalement dû à la fertilisation organique, et l'on pourrait avancer que l'effet sur les propriétés du sol n'est donc pas lié à l'agriculture biodynamique, car il pourrait également être obtenu dans des systèmes non biodynamiques. Même si cela est vrai en principe, la situation reflète la pratique agricole réelle, où la gestion biodynamique par ses éléments caractéristiques conduit à l'effet décrit ci-dessus, lorsqu'elle est rapportée à la gestion non-biodynamique typique d'aujourd'hui. Cependant, les études sur l'essai de Darmstadt (Faust et al. 2017 ; Joergensen et al. 2009 ; Sradnick et al. 2018), ainsi que d'autres études publiées avant la période de notre examen (par exemple Zaller et Koepke 2004) indiquent qu'il peut également y avoir un impact des préparations biodynamiques sur les propriétés des sols. Des effets systémiques positifs de la gestion biodynamique ont également été observés dans des études sur les questions de durabilité.

En outre, ce document présente 15 études scientifiques directement axées sur les effets des préparations biodynamiques, de 2005 à 2017. Dans 13 de ces études, des réactions significatives du sol ou des plantes se sont produites suite à l'application des préparations biodynamiques. Seules deux études n'ont constaté aucune réaction significative du sol ou des plantes. Ces résultats montrent que les préparations biodynamiques ont un effet significatif. Les conclusions de Chalker-Scott (2013) selon

lesquelles aucun effet significatif clair des préparations biodynamiques n'a été déterminé (les effets significatifs qui se sont produits ont été interprétés comme aléatoires) n'ont pas été confirmées dans cette analyse de littérature scientifique.

Depuis le début, la gestion biodynamique a toujours visé une qualité alimentaire élevée. En fait, des effets positifs significatifs de la biodynamie sur la qualité des aliments ont été signalés dans 17 études mentionnées dans cette synthèse. Seules 4 études n'ont constaté aucune différence. Les effets sur la qualité des aliments n'étaient pas seulement des effets dus aux systèmes de production, mais ont été induits par l'application des préparations biodynamiques dans plusieurs cas.

La viticulture et la vinification sont devenues des sujets importants de la recherche biodynamique en raison du succès de l'approche biodynamique dans ces domaines. L'impact positif de la biodynamie est largement reconnu par les viticulteurs. En fait, des différences entre la conduite biodynamique et non biodynamique sur les systèmes viticoles et la qualité du raisin ont été signalées dans 13 des 17 études examinées.

### 6.3 Avenir de la recherche sur l'alimentation et l'agriculture biodynamique

Les études incluses dans cet article appliquent généralement des méthodes d'analyse classiques issues des sciences naturelles pour analyser l'alimentation et l'agriculture biodynamiques. En outre, elles suivent le plus souvent une approche réductionniste, où l'effet des traitements est examiné sur des variables cibles spécifiques. Pourtant, l'agriculture biodynamique elle-même adopte une perspective holistique et transdisciplinaire, recherchant des effets sur l'ensemble de l'organisme, qui peuvent ne pas être directement corrélés aux effets sur des paramètres individuels.

Bien que différentes méthodes d'investigation scientifique aient été développées par le mouvement biodynamique (voir la partie 3), elles ne sont utilisées que dans une mesure limitée dans les études scientifiques compilées ici. Dans les parties consacrées aux sols et aux préparations biodynamiques, il n'existe aucune étude incluant des méthodes holistiques. Dans la partie sur la qualité des aliments, deux études (sur 21) appliquent des méthodes morphogénétiques (Fritz *et al.* 2011; Kjellenberg and Granstedt 2015). Parmi les études sur l'œnologie et la viticulture, 2 sur 19 utilisent de telles méthodes, à savoir Kokornaczyk *et al.* (2014) avec la méthode des gouttelettes et Fritz *et al.* (2017) avec les méthodes morphogénétiques.

Une autre approche pour une évaluation holistique des effets dans l'alimentation et l'agriculture biodynamiques pourrait être adoptée en développant un cadre conceptuel qui combine des méthodes d'analyse reconnues avec un design d'étude transdisciplinaire approprié. Par exemple, l'évaluation de l'impact de la gestion agricole sur la qualité des aliments ne serait pas uniquement basée sur la composition chimique d'une culture, mais pourrait inclure une seule étude la chaîne complète des effets, de la production agricole jusqu'à l'impact sur la santé et le bien-être humains.

## 7 Conclusions

Le nombre d'études évaluées par des pairs dans le domaine de l'alimentation et de l'agriculture biodynamiques augmente progressivement. Ces études fournissent des preuves substantielles des effets de la conduite en biodynamie sur les agroécosystèmes et la qualité des aliments : les effets sur les sols sont généralement des effets systémiques de la conduite en biodynamie, où l'application de compost joue un rôle crucial. Les préparations biodynamiques produisent des effets mesurables sur la composition chimique et la qualité des aliments. En outre, la gestion biodynamique dans son ensemble, et l'application de préparations biodynamiques en particulier, entraîne une différenciation entre les vignobles biodynamiques et non biodynamiques.

À ce jour, les effets de la biodynamie sont généralement étudiés selon des approches réductionnistes classiques en sciences naturelles, et mobilisent des modèles d'étude réductionnistes. La mise en œuvre de protocoles d'étude ou de méthodes spécifiques pour une analyse plus holistique est rarement effectuée. Nous considérons le développement de méthodes et de protocoles d'étude appropriés pour une analyse holistique comme un défi majeur de la recherche future dans le domaine de l'alimentation et de l'agriculture biodynamiques.

**Remerciements :** Les auteurs remercient Julia Wright, de l'université de Coventry (Royaume-Uni), pour ses commentaires utiles, ainsi que pour la révision linguistique du manuscrit ! Nous tenons également à remercier les évaluateurs anonymes pour leurs commentaires utiles sur notre manuscrit.

**Conflit d'intérêt :** Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

## References

- [1] Abbring S., Kusche D., Ross T.C., Diks M.A.P., Hols G., Garssen J., Baars T., Esch B., Milk processing increases the allergenicity of cow's milk—Preclinical evidence supported by a human proof-of-concept provocation pilot, *Clinical & Experimental Allergy*, 2019, 49(7), 1013-1025, <https://doi.org/10.1111/cea.13399>
- [2] Bacchus G.L., An Evaluation of the Influence of Biodynamic Practices Including Foliar-Applied Silica Spray on Nutrient Quality of Organic and Conventionally Fertilised Lettuce (*Lactuca Sativa* L.), *Journal of Organic Systems*, 2010, 5, 4-13
- [3] Bavec M., Turinek M., Grobelnik-Mlakar S., Mikola N., Bavec F, Some Internal Quality Properties of White Cabbage from Different Farming Systems, *Acta Hort.*, 2012, 933, 577-583
- [4] Bavec M., Turinek M., Grobelnik-Mlakar S., Slatnar A., Bavec F, Influence of Industrial and Alternative Farming Systems on Contents of Sugars, Organic Acids, Total Phenolic Content, and the Antioxidant Activity of Red Beet (*Beta Vulgaris* L. Ssp. *Vulgaris* Rote Kugel), *J. Agric. Food Chem.*, 2010, 58, 11825-11831
- [5] Berner A., Hildermann I., Fliessbach A., Pfiffner L., Niggli U., Mäder P., Crop yield and soil fertility response to reduced tillage under organic management, *Soil Till. Res.*, 2008, 101, 89-96
- [6] Birkhofer K., Bezemer T.M., Bloem J., Bonkowski M., Christensen S., Dubois D., et al., Long-Term Organic Farming Fosters below and Aboveground Biota: Implications for Soil Quality, Biological Control and Productivity, *Soil Biol. Biochem.*, 2008, 40, 2297-2308
- [7] Bloksma J.R., Struik P.C., Coaching the process of designing a farm: using the healthy human as a metaphor for farm health, *NJAS*, 2007, 54, 413-429
- [8] Botelho R.V., Roberti R., Tessarin P., Garcia-Mina J.-M., Rombolà A.D., Physiological Responses of Grapevines to Biodynamic Management, *Renewable Agric. Food Syst.*, 2016, 31, 402-413
- [9] Burkitt L.L., Small D.R., McDonald J.W., Wales W.J., Jenkin M.L., Comparing Irrigated Biodynamic and Conventionally Managed Dairy Farms. 1 Soil and Pasture Properties, *Aust. J. Exp. Agr.*, 2007, 47, 479-88
- [10] Burns K.N., Bokulich N.A., Cantu D., Greenhut R.F., Kluepfel D.A., O'Geen A.T., et al., Vineyard soil bacterial diversity and composition revealed by 16S rRNA genes: Differentiation by vineyard management, *Soil Biol. Biochem.*, 2016, 103, 337-348
- [11] Busscher N., Kahl J., Andersen J.-O., Huber M., Mergardt G., Doesburg P., et al., Standardization of the Biocrystallization Method for Carrot Samples, *Biol. Agric. Hortic.*, 2010, 27, 1-23
- [12] Castellini A., Mauracher C., Troiano S., An Overview of the Biodynamic Wine Sector, *J. Wine Res.*, 2017, 9, 1-11
- [13] Chalker-Scott L., The Science behind Biodynamic Preparations: A Literature Review, *HortTechnology*, 2013, 23, 814-819
- [14] D'Evoli L., Lucarini M., Sánchez del Pulgar J., Aguzzi A., Gabrielli P., Gambelli L., Lombardi-Boccia G., Phenolic Acids Content and Nutritional Quality of Conventional, Organic and Biodynamic Cultivations of the Tomato CXD271BIO Breeding Line (*Solanum Lycopersicum* L.), *Food and Nutrition Sciences*, 2016, 7, 1112-21
- [15] D'Evoli L., Tarozzi A., Hrelia P., Lucarini M., Cocchiola M., Gabrielli P., et al., Influence of Cultivation System on Bioactive Molecules Synthesis in Strawberries: Spin-off on Antioxidant and Antiproliferative Activity, *J. Food Sci.*, 2010, 75, 94-99
- [16] Döring J., Frisch M., Tittmann S., Stoll M., Kauer R., Growth, Yield and Fruit Quality of Grapevines under Organic and Biodynamic Management, *Plos One*, 2015, 10, 1-28
- [17] Doesburg P., Huber M., Andersen J.-O., Athmann M., Bie G., Fritz J., et al., Standardization and performance of a visual Gestalt evaluation of biocrystallization patterns reflecting ripening and decomposition processes in food samples, *Biol. Agric. Hortic.*, 2015, 31, 128-145
- [18] Dudaš S., Poljuha D., Šola I., Šegula S., Varga S., Sladonja B., Effects of Biodynamic Production on Growth and Essential Oil Content in Basil, *Acta Bot. Croat.*, 2016, 75, 260-265
- [19] Ebinghaus A., Ivemeyer S., Lauks V., Santos L., Brügemann K., König S., Knierim U., How to measure dairy cows' responsiveness towards humans in breeding and welfare assessment? A comparison of selected behavioural measures and existing breeding traits, *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 2017, 196, 22-29
- [20] Fageria N., Role of Soil Organic Matter in Maintaining Sustainability of Cropping Systems, *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 2012, 43, 2063-2113
- [21] Faust S., Heinze S., Ngosong C., Sradnick A., Oltmanns M., Raupp J., et al., Effect of Biodynamic Soil Amendments

- on Microbial Communities in Comparison with Inorganic Fertilization, *Appl. Soil Ecol.*, 2017, 114, 82-89
- [22] Fließbach A., Oberholzer H.-R., Gunst L., Mäder P., Soil Organic Matter and Biological Soil Quality Indicators after 21 Years of Organic and Conventional Farming, *Agric. Ecosys. Environ.*, 2007, 118, 273-284
- [23] Fonseca Maciel L., da Silva Oliveira C., da Silva Bispo E., da P. Spinola Miranda M., Antioxidant Activity, Total Phenolic Compounds and Flavonoids of Mangoes Coming from Biodynamic, Organic and Conventional Cultivations in Three Maturation Stages, *Brit. Food J.*, 2011, 113, 1103-1113
- [24] Fritz J., Köpke U., Einfluss von Licht, Düngung und biologisch-dynamischem Spritzpräparat Hornkiesel bei Buschbohne (*Phaseolus vulgaris* L. var. nanus) auf die Keimeigenschaften der neu gebildeten Samen [Influence of light, fertilization and bio-dynamic spray preparation horned silica in bush beans (*Phaseolus vulgaris* L. var. nanus) on the germination properties of newly formed seeds], *Pflanzenbauwissenschaften*, 2005, 9 (2), 55-60
- [25] Fritz J., Athmann M., Kautz T., Köpke U., Grouping and Classification of Wheat from Organic and Conventional Production Systems by Combining Three Image Forming Methods, *Biol. Agric. Hortic.*, 2011, 27, 320-336
- [26] Fritz J., Athmann M., Meissner G., Kauer R., Quality Characterisation via Image Forming Methods Differentiates Grape Juice Produced from Integrated, Organic or Biodynamic Vineyards in the First Year after Conversion, *Biol. Agric. Hortic.*, 2017, 33, 195-213
- [27] Fritz J., Athmann M., Andersen J.-O., Doesburg P., Geier U., Mergardt G., Advanced panel training on visual Gestalt evaluation of biocrystallization images: ranking wheat samples from different extract decomposition stages and different production systems, *Biol. Agric. Hortic.*, 2018, DOI: 10.1080/01448765.2018.1492457
- [28] Fritz J., Athmann M., Meissner G., Kauer R., Schultz H.R., Quality assessment of grape juice from integrates, organic and biodynamic viticulture using image forming methods, 2019, *Oeno One*, submitted
- [29] Gadermeier F., Berner A., Fließbach A., Friedel J.K., Mäder P., Impact of reduced tillage on soil organic carbon and nutrient budgets under organic farming, *Renewable Agric. Food Syst.*, 2012, 27, 68-80
- [30] Geier U., Büssing A., Kruse P., Greiner R., Buchecker K., Development and Application of a Test for Food-Induced Emotions, *PlosOne*, 2016, DOI:10.1371/journal.pone.0165991
- [31] Giannattasio M., Vendramin E., Fornasier F., Alberghini S., Zanardo M., Stellin F., et al., Microbiological Features and Bioactivity of a Fermented Manure Product (Preparation 500) Used in Biodynamic Agriculture, *J. Microbiol. Biotechnol.*, 2013, 23, 644-651
- [32] Goetzke B., Nitzko S., Spiller A., Consumption of organic and functional food. A matter of well-being and health?, *Appetite*, 2014, 77, 96-105
- [33] Granato D., Margraf T., Brotzakis I., Capuano E., van Ruth S.M., Characterization of Conventional, Biodynamic, and Organic Purple Grape Juices by Chemical Markers, Antioxidant Capacity, and Instrumental Taste Profile, *J. Food Sci.*, 2015, 80, 55-65
- [34] Guzzon R., Gugole S., Zanzotti R., Malacarne M., Larcher R., von Wallbrunn C., Mescalchin E., Evaluation of the Oenological Suitability of Grapes Grown Using Biodynamic Agriculture: The Case of a Bad Vintage, *J. Appl. Microbiol.*, 2016, 120, 355-365
- [35] Hartmann M., Frey B., Mayer J., Mäder P., Widmer F., Distinct soil microbial diversity under long-term organic and conventional farming, *ISME J.*, 2015, 9, 1174-1197
- [36] Heger T.J., Straub F., Mitchell E., Impact of Farming Practices on Soil Diatoms and Testate Amoebae: A Pilot Study in the DOK-Trial at Therwil, Switzerland, *Eur. J. Soil Biol.*, 2012, 49, 31-36
- [37] Heimler D., Isolani L., Vignolini P., Romani A., Polyphenol Content and Antiradical Activity of *Cichorium Intybus* L. from Biodynamic and Conventional Farming, *Food Chem.*, 2009, 114, 765-770
- [38] Heimler D., Vignolini P., Arfaioli P., Isolani L., Romani A., Conventional, Organic and Biodynamic Farming: Differences in Polyphenol Content and Antioxidant Activity of Batavia Lettuce, *J. Sci. Food Agric.*, 2011, 92, 551-556
- [39] Heitkamp F., Raupp J., Ludwig B., Soil Organic Matter Pools and Crop Yields as Affected by the Rate of Farmyard Manure and Use of Biodynamic Preparations in a Sandy Soil, *Org. Agr.*, 2011, 1, 111-124
- [40] Ivemeyer S., Knierim U., Waiblinger S., Effect of human-animal relationship and management on udder health in Swiss dairy herds, *J. Dairy Sci.*, 2011, 94, 5890-5902
- [41] Ivemeyer S., Walkenhorst M., Holinger M., Maeschli A., Klocke P., Spengler Neff A., et al., Changes in herd health, fertility and production under roughage based feeding conditions with reduced concentrate input in Swiss organic dairy herds, *Livest. Sci.*, 2014, 168, 159-167
- [42] Jaffuel G., Mäder P., Blanco-Perez R., Chiriboga X., Fließbach A., Turlings T.C.J., Campos-Herrera R., Prevalence and Activity of Entomopathogenic Nematodes and Their Antagonists in Soils That Are Subject to Different Agricultural Practices, *Agric. Ecosys. Environ.*, 2016, 230, 329-340
- [43] Jakop M., Grobelnik Mlakar S., Bavec M., Robačar, Vukmanič T., Liseč U., Bavec F., Yield performance and agronomic efficiency in oil pumpkins (*Cucurbita pepo* L. group *Pepo*) depending on production systems and varieties, *Agricultura*, 2017, 1-2, 25-36
- [44] Jarienė E., Vaitkevičienė N., Danilčenko H., Rytel E., Gertchen M., Jeznach M., Effect of Biodynamic Preparations on the Phenolic Antioxidants in Potatoes with Coloured-Flesh, *Biol. Agric. Hortic.*, 2017, 33, 172-182
- [45] Jarienė E., Vaitkevičienė N., Danilčenko H., Gajewski M., Chupakhina G., Fedurajev P., Ingold R., Influence of Biodynamic Preparations on the Quality Indices and Antioxidant Compounds Content in the Tubers of Coloured Potatoes (*Solanum Tuberosum* L.), *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj*, 2015, 43, 392-397
- [46] Jayachandran S., Narayanan U., Selvaraj A., Jayaraman P., Karuppan A., Microbial Characterization and Anti-Microbial Properties of Cowhorn Silica Manure Controlling Rice Pathogens, *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.*, 2016, 5, 186-192
- [47] Jayasree P., George A., Do Biodynamic Practices Influence Yield, Quality, and Economics of Cultivation of Chilli (*Capsicum Annuum* L)?, *Journal of Tropical Agriculture*, 2006, 44, 68-70
- [48] Joergensen R.G., Mäder P., Fließbach A., Long-Term Effects of Organic Farming on Fungal and Bacterial Residues in Relation



- to Microbial Energy Metabolism, *Biol. Fertil. Soils*, 2010, 46, 303-307
- [49] Juknevičienė E., The effect of biodynamic preparations on the properties of soil, yield of great pumpkin (*Cucurbita maxima* D.) fruits and their quality. PhD Thesis, Aleksandras Stulginskis University Lithuania, Kaunas, Lithuania, 2015
- [50] Juknevičienė E., Danilčenko H., Jarienė E., Fritz J., The effect of horn-manure preparation on enzymes activity and nutrient contents in soil as well as great pumpkin yield, *Open Agriculture*, 2019, 4, 452-459, <https://doi.org/10.1515/opag-2019-0044>
- [51] Kahl J., Busscher N., Doesburg P., Mergardt G., Huber M., Ploeger A., 2009 First tests of standardized biocrystallization on milk and milk products, *Eur. Food Res. Technol.*, 2009, 229, 175-178
- [52] Kecskeméti E., Berkelmann-Löhnertz B., Reineke A., Are Epiphytic Microbial Communities in the Carposphere of Ripening Grape Clusters (*Vitis Vinifera* L.) Different between Conventional, Organic, and Biodynamic Grapes?, *PlosOne*, 2016, 11, 1-23
- [53] Kirchoff B.K., Organic Farming An Experimental Test of a Biodynamic Method of Weed Suppression: The Biodynamic Seed Peppers, *Organic Farming*, 2016, 2, 17-20
- [54] Kjellenberg L., Granstedt A., Influences of Biodynamic and Conventional Farming Systems on Quality of Potato (*Solanum Tuberosum* L.) Crops: Results from Multivariate Analyses of Two Long-Term Field Trials in Sweden, *Foods*, 2015, 3, 440-462
- [55] Knierim U., Irrgang N., Roth B.A., To be or not to be horned - Consequences in cattle, *Livest. Sci.*, 2015, 179, 29-37
- [56] Kokornaczyk M.O., Parpinello G.P., Versari A., Rombolà A.D., Betti L., Qualitative Discrimination between Organic and Biodynamic Sangiovese Red Wines for Authenticity, *Analytical Methods*, 2014, 6, 7484-7488
- [57] Kokornaczyk M. O., Primavera F., Luneia R., Baumgartner S., Betti L., Analysis of soils by means of Pfeiffer's circular chromatography test and comparison to chemical analysis results, *Biol. Agric. Horitc.*, 2017, 33, 143-157
- [58] Kultursaat. 2018, <https://www.kultursaat.org/zuechtung/sorten.html> Assessed 2018-09-24
- [59] Kusche D., Untersuchungen zu Qualität und Verträglichkeit Ökologischer Milch - Differenzierbarkeit biologisch-dynamischer und konventioneller Milchqualität auf Betriebsebene anhand analytischer Qualitätsparameter und unter Einbezug von Verträglichkeitstests'. PhD Thesis, Kassel University, Witzenhausen, Germany, 2015
- [60] Kusche D., Kuhnt K., Rübesam K., Rohrer C., Nierop A., Jahreis G., Baars T., Fatty Acid Profiles and Antioxidants of Organic and Conventional Milk from Low- and High-Input Systems during Outdoor Period, *J. Sci. Food Agric.*, 2015, 95, 529-539
- [61] Laghi L., Versari A., Marcolini E., Parpinello G.P., Metabonomic Investigation by <sup>1</sup>H-NMR to Discriminate between Red Wines from Organic and Biodynamic Grapes, *Food Nutr. Sci.*, 2014, 5, 52-59
- [62] Langenkämper G., Zörb C., Seifert M., Mäder P., Fretzdorff B., Betsche T., Nutritional Quality of Organic and Conventional Wheat'. *J. Appl. Bot. Food Qual.*, 2006, 80, 150-154
- [63] Lehmann J., Kleber M., The contentious nature of soil organic matter, *Nature*, 2015, 528, 60-68
- [64] Leiber F., Fuchs N., Spieß H., Biodynamic Agriculture Today, In: Kristiansen P., Taji A., Reganold J. (Eds.), *Organic Agriculture – A Global Perspective*, CSIRO Publishing, Collingwood, 2006
- [65] Lucarini M., D'Evoli L., Tufi S., Gabrielli P., Paoletti S., Di Ferdinando S., Lombardi-Boccia G., Influence of Growing System on Nitrate Accumulation in Two Varieties of Lettuce and Red Radicchio of Treviso, *J. Sci. Food Agric.*, 2012, 92, 2796-2799
- [66] Maneva V., Atanasova D., Nedelcheva T., Phytosanitary status and yield of kamut (*Triticum turgidum polonicum* L.) grown in organic and biodynamic farming, *Agricultural Science and Technology*, 2017, 9, 42-44
- [67] Masi E., Taiti C., Vignolini P., William A., Giordani E., Heimler D., Romani A., Mancuso S., Polyphenols and Aromatic Volatile Compounds in Biodynamic and Conventional "Golden Delicious" Apples (*Malus Domestica* Bork.), *Eur. Food Res. Technol.*, 2017, 243, 1519-1531
- [68] Meischner T., Geier U., Sortenbeschreibung für biologisch-dynamisch gezüchtete Getreidesorten. [Description of biodynamically bred cereal grain varieties]. *Forschungsring Schriftenreihe 25, Lebendige Erde*, Darmstadt, 2013
- [69] Meissner G., Untersuchungen zu verschiedenen Bewirtschaftungssystemen im Weinbau unter besonderer Berücksichtigung der Biologisch-Dynamischen Wirtschaftsweise und des Einsatzes der Biologisch-Dynamischen Präparate [Investigations on different cultivation systems in viticulture with special consideration of biodynamic farming and the use of biodynamic preparations], PhD Thesis, University Geisenheim, Geisenheim, 2015
- [70] Meissner G., Athmann M., Fritz J., Kauer R., Stoll M., Schultz H.R., Conversion to organic and biodynamic viticultural practices: impact on soil, grapevine development and grape quality, *OenoOne* 2019, under review
- [71] Morrison-Whittle P., Lee S.A., Goddard M.R., Fungal Communities Are Differentially Affected by Conventional and Biodynamic Agricultural Management Approaches in Vineyard Ecosystems, *Agric. Ecosys. Environ.*, 2017, 246, 306-313
- [72] Nabi A., Narayan S., Afroza B., Mushtaq F., Mufti S., Ummiyah H.M., Magray M.M., Biodynamic farming in vegetables, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2017, 6, 212-219
- [73] Parpinello G.P., Rombolà A.D., Simoni M., Versari A., Chemical and Sensory Characterisation of Sangiovese Red Wines: Comparison between Biodynamic and Organic Management, *Food Chem.*, 2016, 167, 145-152
- [74] Parr W.V., Valentin D., Reedman P., Grose C., Green J.A., Expectation or Sensorial Reality? An Empirical Investigation of the Biodynamic Calendar for Wine Drinkers'. *PlosOne*, 2017, 12, 1-18
- [75] Patrignani F., Montanari C., Serrazanetti D., Braschi G., Vernocchi P., Tabanelli G., et al., Characterisation of Yeast Microbiota, Chemical and Sensory Properties of Organic and Biodynamic Sangiovese Red Wines, *Ann. Microbiol.*, 2016, 67, 99-109
- [76] Paull J., Attending the First Organic Agriculture Course: Rudolph Steiner's Agriculture Course at Koberwitz, 1924, *Eur. J. Soc. Sci.*, 2011a, 21, 64-70

- [77] Paull J., *Biodynamic Agriculture: The Journey From Koberwitz To The World, 1924-1938*, *Journal of Organic Systems*, 2011b, 6, 27-41
- [78] Paull J., *The Secrets of Koberwitz : The Diffusion of Rudolf Steiner ' S Agriculture Course and the Founding of Biodynamic Agriculture*, *Journal of Social Research & Policy*, 2011c, 2, 51-53
- [79] Paull J., *Ernesto Genoni: Australia's pioneer of biodynamic agriculture*. *Journal of Organics*, 2014, 1, 57-81
- [80] Pechrová M., *Determinants of the Farmers' Conversion to Organic and Biodynamic Agriculture, Agris on-line Papers in Economics and Informatics*, 2014, VI, 63-71
- [81] Pechrová M., Vlašicová E., *Technical Efficiency of Organic and Biodynamic Farms in the Czech Republic, Agris on-line Papers in Economics and Informatics*, 2013, V, 143-152
- [82] Pergola M., Persiani A., Pastore V., Maria A., Arous A., Celano G., *A Comprehensive Life Cycle Assessment ( LCA ) of Three Apricot Orchard Systems Located in Metapontino Area ( Southern Italy )*, *J. Clean. Prod.*, 2016, 142, 1-13
- [83] Picone G., Trimigno A., Tessarin P., Donnini S., Rombolà A.D., Capozzi F., *<sup>1</sup>H NMR Foodomics Reveals That the Biodynamic and the Organic Cultivation Managements Produce Different Grape Berries (Vitis Vinifera L. Cv. Sangiovese)*. *Food Chem.*, 2016, 213, 187-195
- [84] Plahuta P., Raspor P., *Comparison of Hazards: Current vs. GMO Wine' . Food Control*, 2007, 18, 492-502
- [85] Ponzio C., Gangatharan R., Neri D., *Organic and Biodynamic Agriculture: A Review in Relation to Sustainability*, *International Journal of Plant & Soil Science*, 2013, 2, 95-110
- [86] Probst J.K., Spengler Neff A., Leiber F., Kreuzer M., Hillmann E. *Gentle touching in early life reduces avoidance distance and slaughter stress in beef cattle*, *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 2012, 139, 42-49
- [87] Radha T. K., Rao D.L.N., *Plant Growth Promoting Bacteria from Cow Dung Based Biodynamic Preparations*, *Indian Journal of Microbiology*, 2014, 54(4), 413-18
- [88] Rangel C.N., Jaeger de Carvalho L.M., Fernandes Fonseca R.B., Gomes Soares A., Oliveira de Jesus E., *Nutritional Value of Organic Acid Lime Juice (Citrus Latifolia T.)*, *Cv. Tahiti, Ciencia E Tecnologia De Alimentos*, 2011, 31, 918-922
- [89] Raupp J., Oltmanns M., *Soil properties, crop yield and quality with farmyard manure with and without biodynamic preparations and with inorganic fertilizers*, In: Raupp J., Pekrun C., Oltmanns M., Köpke U. (Eds.), *Long-term Field Experiments in Organic Farming, ISOFAR Scientific Series 1*, Dr. Köster, Berlin, 2006
- [90] Raupp J., Oltmanns M., *Farmyard Manure , Plant Based Organic Fertilisers , Inorganic Fertiliser - Which Sustains Soil Organic Matter Best ? Asp. Appl. Biol.*, 2006, 273-76.
- [91] Reeve J.R., Carpenter-Boggs L., Reganold J.P., York A.L., Brinton W.F., *Influence of Biodynamic Preparations on Compost Development and Resultant Compost Extracts on Wheat Seedling Growth*, *Bioresour. Technol.*, 2010, 101, 5658-5666
- [92] Ross C.F., Weller K.M., Blue R.B., Reganold J.P., *Difference Testing of Merlot Produced from Biodynamically and Organically Grown Wine Grapes*, *J. Wine Res.*, 2009, 20, 85-94
- [93] Sharma S.K., Laddha K.C., Sharma R.K., Gupta P.K., Chatta L.K., Pareek P., *Application of Biodynamic Preparations and Organic Manures for or- Ganic Production of Cumin ( Cuminum Cyminum L. )*, *International Journal of Seed Spices*, 2012, 2, 7-11
- [94] Simões-Wüst A. P., Rist A., Mueller L., Huber M., Steinhart H., Thijs C., *Consumption of Dairy Products of Biodynamic Origin Is Correlated with Increased Contents of Rumenic and Trans-Vaccenic Acid in the Breast Milk of Lactating Women' . Organic Agriculture*, 2011, 1, 161-166
- [95] Spaccini R., Mazzei P., Squartini A., Giannattasio M., Piccolo A., *Molecular Properties of a Fermented Manure Preparation Used as Field Spray in Biodynamic Agriculture*, *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 2012, 19, 4214-4225
- [96] Spengler Neff A., Ivemeyer S., *Differences between dairy cows descending from artificial insemination bulls vs. dairy cows descending from natural service bulls on organic farms in Switzerland*, *Livest. Sci.*, 2016, 185, 30-33
- [97] Sradnick A., Murugan R., Oltmanns M., Raupp J., Joergensen R.G., *Changes in Functional Diversity of the Soil Microbial Community in a Heterogeneous Sandy Soil after Long-Term Fertilization with Cattle Manure and Mineral Fertilizer*, *Appl Soil Ecol*, 2013, 63, 23-28
- [98] Sradnick A., Oltmanns M., Raupp J., Joergensen R.G., *Microbial Biomass and Activity down the Soil Profile after Long-Term Addition of Farmyard Manure to a Sandy Soil*, *Org. Agr.*, 2018, 8, 29-38
- [99] Steiner R., *Geisteswissenschaftliche Grundlagen Zum Gedeihen Der Landwirtschaft [Spiritual Foundations for a Renewal of Agriculture: a Series of Lectures]*, 1993
- [100] Tassoni A., Tango N., Ferri M., *Comparison of Biogenic Amine and Polyphenol Profiles of Grape Berries and Wines Obtained Following Conventional, Organic and Biodynamic Agricultural and Oenological Practices*, *Food Chem.*, 2013, 139, 405-413
- [101] Thijs C., Müller A., Rist L., Kummeling I., Snijders B.E.P., Huber M., van Ree R., et al., *Fatty Acids in Breast Milk and Development of Atopic Eczema and Allergic Sensitisation in Infancy*, *Allergy*, 2011, 66, 58-67
- [102] Trivedi A., Sharma S.K., Hussain T., Sharma S.K., Gupta P.K., *Application of Biodynamic Preparation , Bio Control Agent and Botanicals for Organic Management of Virus and Leaf Spots of Blackgram (Vignamungo L . Hepper)*, *AJAR*, 2013, 1, 60-64
- [103] Tung L.D., Fernandez P.G. *Soybeans under Organic, Biodynamic and Chemical Production*, *Philipp. J. Crop Sci.*, 2007, 32, 49-62
- [104] Turinek M., Grobelnik-Mlakar S., Bavec M., Bavec F., *Biodynamic Agriculture Research Progress and Priorities, Renewable Agric. Food Syst.*, 2009, 24, 146-154
- [105] Turinek M., Grobelnik-Mlakar S., Bavec F., Bavec M., *Ecological Efficiency of Production and the Ecological Footprint of Organic Agriculture*, *Revija za geografij - The Journal for Geography*, 2010, 5, 129-140
- [106] Vaitkevičienė N., Jariene E., Danilcenko H., Sawicka B, *Effect of Biodynamic Preparations on the Content of Some Mineral Elements and Starch in Tubers of Three Coloured Potatoe Cultivars*, *J. Elementol.*, 2016, 21, 927-935
- [107] Vaitkevičienė N., *The effect of biodynamic preparations on the accumulation of biologically active compounds in the tubers of different genotypes of ware potatoes*, PhD Thesis, Aleksandras Stulginskis University Lithuania, Kaunas, 2016
- [108] Nijolė Vaitkevičienė N., Jariene E., Ingold R., Peschke J., *Effect of biodynamic preparations on the soil biological and*

- agrochemical properties and coloured potato tubers quality, *Open Agriculture*, 2019, 4, 17–23, <https://doi.org/10.1515/opag-2019-0002>
- [109] Valdez R., Fernandez P., Productivity and Seed Quality of Rice (*Oryza Sativa* L.) Cultivars Grown under Synthetic, Organic Fertilizers and Biodynamic Farming Practices, *Philipp. J. Crop Sci.*, 2008, 33, 37-58
- [110] Villanueva-Rey P., Vázquez-Rowe I., Moreira M.T., Feijoo G., Comparative Life Cycle Assessment in the Wine Sector: Biodynamic vs. Conventional Viticulture Activities in NW Spain, *J. Clean Prod.*, 2014, 65, 330-341
- [111] Yañez L., Saavedra J., Martínez C., Córdova A., Ganga M.A., Chemometric Analysis for the Detection of Biogenic Amines in Chilean Cabernet Sauvignon Wines: A Comparative Study between Organic and Nonorganic Production, *J. Food Sci.*, 2012, 77, 143-150
- [112] Zaller J.G., Seed Germination of the Weed *Rumex Obtusifolius* after on-Farm Conventional, Biodynamic and Vermicomposting of Cattle Manure, *Ann. Appl. Biol.*, 2007, 151, 245-249
- [113] Zaller J.G., Köpke U., Effects of Traditional and Biodynamic Farmyard Manure Amendment on Yields, Soil Chemical, Biochemical and Biological Properties in a Long Term Field Experiment, *Biol. Fertil. Soils*, 2004, 40, 222-229